

1802

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. April 2002 (18.04.2002)

PCT

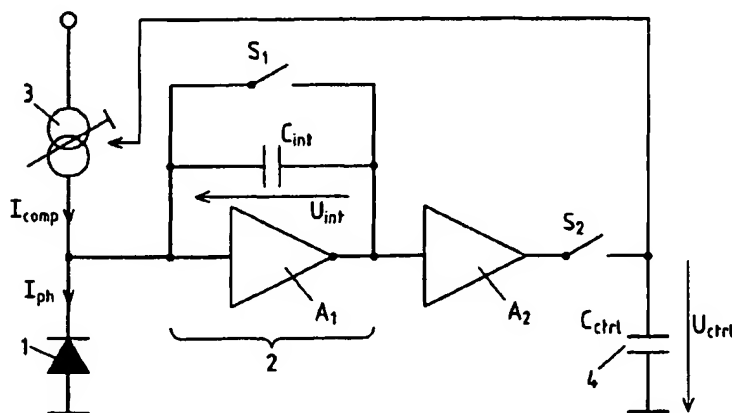
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/32114 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04N 3/15** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LULÈ, Tarek
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11279 [DE/DE]; Kurzer Weg 3, 01109 Dresden (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 29. September 2001 (29.09.2001) (74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK; Kanzlerstrasse 8a,
40472 Düsseldorf (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
(30) Angaben zur Priorität: MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
100 49 691.1 7. Oktober 2000 (07.10.2000) DE TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
101 25 307.9 17. Mai 2001 (17.05.2001) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
von US): SILICON VISION AG [DE/DE]; Birkenbacher TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
Strasse 18, 57078 Siegen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL SENSOR

(54) Bezeichnung: OPTISCHER SENSOR



(57) Abstract: The invention relates to an optical sensor for detecting a useful light signal in a stray light environment. The sensor consists of a plurality of picture elements (pixels) which respectively comprise an optoelectronic converter (1) for converting incident light into a photoelectric current (I_{ph}) and a measuring value device (2) for obtaining and storing a measuring value corresponding to the photoelectric current thus detected, in addition to a read out device which is used to read out the stored measuring values, in order to compose an entire picture from individual pixel-related measuring values. The invention is characterized in that in order to detect the useful light signal which is substantially devoid of stray light for each individual pixel, a compensation current (I_{comp}) is respectively superimposed on the measured photoelectric current (I_{ph}), whereby the value of said current is set in such a way especially as a result of a calibration process prior to measurement that it corresponds to the photoelectric current which is exclusively produced by the stray incident light on the respective pixel, whereby only the part of the photoelectric current (I_{diff}) corresponding to the incident useful light signal on the respective pixel is stored as a further processable measuring value.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/32114 A1



ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.*

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor zur Erfassung eines Nutzlichtsignals in einer Störlichtumgebung, wobei der Sensor eine Anzahl von Bildpunkteinheiten (Pixel), die jeweils einen optoelektronischen Wandler (1) zum Umwandeln des einfallenden Lichtes in einen Photostrom (I_{ph}) und eine Messwerterfassungseinrichtung (2) zur Gewinnung und Speicherung eines dem erfassten Photostrom entsprechenden Messwertes umfassen, und eine Auslesesteuereinrichtung für das Auslesen der abgespeicherten Messwerte aufweist, um aus einzelnen bildpunktbezogenen Messwerten das Gesamtbild zusammenzusetzen. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zur Erfassung des vom Störlichtanteil im wesentlichen befreiten Nutzlichtsignals für jeden einzelnen Bildpunkt dem gemessenen Photostrom (I_{ph}) jeweils ein Kompensationsstrom (I_{comp}) überlagert wird, dessen Grösse so, insbesondere aufgrund eines der Messung vorausgehenden Kalibriervorganges, festgelegt ist, dass er demjenigen Photostromwert entspricht, welcher sich alleine aufgrund des auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Störlichtes ergibt, so dass nur der dem auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Nutzlichtsignal entsprechende Photostromanteil (I_{diff}) als weiter zu verarbeitenden Messwert abgespeichert wird.

Optischer Sensor

Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor zur Erfassung eines Nutzlichtsignales in einer Störlichtumgebung sowie ein hierauf gerichtetes Verfahren für die Betriebsweise eines optischen Sensors, welcher so arbeitet, daß in jedem einzelnen Bildpunkt des Sensors die auf diesen einfallende Lichtintensität in einen elektrischen Photostrom gewandelt wird, dieser Photostrom (I_{ph}) während einer vorbestimmten Zeitdauer zu einem Meßwert aufintegriert wird und als Meßwert abgespeichert wird, und wobei die bildpunktweise abgespeicherten Meßwerte ausgelesen und zum gesamten Bild zusammengefügt werden.

Ein solcher optischer Sensor ist aus der WO 98/14002 bekannt. Es handelt sich um einen bildpunktweise (pixelweise) organisierten Sensor, welcher typischerweise als Flächensensor oder als Zeilensensor ausgebildet ist. Die kleinste Einheit eines solchen Sensors stellt der einzelne Bildpunkt dar, welcher über eine ihm jeweils zugeordnete Auswerteelektronik verfügt. Pixelweise werden bei dem bekannten Sensor die intensitäts- oder wellenabhängigen einfallenden Strahlungen über einen photoelektrischen Wandler in einen Photostrom umgewandelt, welcher während einer bestimmten Zeit, der sog. Integrationsdauer in einen Ladungsspeicher, insbesondere einen Kondensator, fließt. Nach Ablauf der Integrationsdauer ist die am Kondensator anliegende

Spannung ein quantitatives Maß für den jeweiligen Meßwert. Sämtliche unterschiedlichen Bildpunkten zugeordneten Meßwerte werden durch eine zentrale Ausleseelektronik des optischen Sensors zur gewünschten Zeit in der gewünschten Reihenfolge ausgelesen und ergeben zusammengesetzt das vom Sensor erfaßte Bild.

Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung ist die Notwendigkeit, ein Nutzlichtsignal, beispielsweise das Licht einer Leuchtdiode (LED) oder das Bild eines von einer externen Lichtquelle beleuchteten Objektes zu erfassen, vor allem dann, wenn es in einer Störlichtumgebung angeordnet ist, deren Lichtintensität diejenige des Nutzlichtsignales bei weitem übersteigt.

Eine aus der Praxis bekannte Lösung zum Betrieb eines optischen Sensors besteht darin, zunächst ein Bild von dem Nutzlichtsignal in seiner Störlichtumgebung, danach ein weiteres Bild bei nichtaktiviertem Nutzlichtsignal zu erfassen und anschließend beide Bilder voneinander zu subtrahieren. Eine physikalische Grenze ist dabei jedoch gegeben, daß dann, wenn das sog. Photonenrauschen des Störlichtsignals in seiner Amplitude größer wird als das Nutzlichtsignal, eine Auflösung nicht mehr möglich ist.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen optischen Sensor sowie ein Verfahren zu seinem Betrieb zu schaffen, welches die Auflösung von Nutzlichtsignalen auch dann ermöglicht, wenn die Störlichtintensität um ein Vielfaches höher als die Nutzlichtintensität liegt.

Diese Aufgabe wird bei einem optischen Sensor der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß zur Erfassung des vom Störlichtanteil befreiten Nutzlichtsignales für jeden einzelnen Bildpunkt dem gemessenen Photostrom jeweils ein Kompensationsstrom überlagert wird, dessen Größe so - insbesondere aufgrund eines der Messung vorausgehenden Kalibriervorganges - festgelegt ist, daß er demjenigen Photostromwert entspricht, welcher sich alleine aufgrund des auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Störlichtes ergibt, so daß nur der dem auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Nutzlichtsignal entsprechende Photostromanteil als weiter zu verarbeitender Meßwert abgespeichert wird.

Gemäß der Verfahrensvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß in jedem Bildpunkt der Photostrom durch einen Kompensationsstrom korrigiert wird, dessen Größe so bemessen ist, daß er dem ausschließlich durch das Störlicht verursachten Anteil des Photostromes entspricht, so daß nur der von dem vom Störlicht befreite Anteil des Bildes hervorgerufene Photostromanteil als Meßwert abgespeichert wird.

Die Erfindung zeichnet sich aus, daß die Differenzbildung zwischen Störlichtsignalanteil und Nutzlichtsignalanteil bereits während der Integrationsphase, und zwar im einzelnen Pixel, erfolgt. Die Maßnahme, pixelbezogen vom gesamten erfaßten Photostrom unmittelbar denjenigen Photostromanteil abzuziehen, welcher allein durch das Störlicht bedingt ist, und nur das Differenzsignal der weiteren Verarbeitung zuzuführen, ermöglicht auch solche Nutzlichtsignale aufzulösen, deren Lichtintensität um einen Faktor von bis zu 1000 kleiner ist als die

Intensität des Störlichtes der Umgebung. Durch die elektronische Kompensation im einzelnen Pixel wird der physikalische Effekt des Photonenrauschens, der dem bisherigen Auflösungsvermögen bekannter Sensoren eine obere Grenze setzte, wirkungsvoll unterdrückt.

Die Größe des jeweiligen Kompensationsstromes im einzelnen Pixel wird dabei vorzugsweise jeweils durch einen der Messung vorausgehenden Kalibriervorgang bestimmt, bei dem der optische Sensor ausschließlich das Störlicht erfaßt. Während des Kalibriervorganges werden die störlichtbedingten Photoströme detektiert und gespeichert. Im nachfolgenden Schritt der Messung von Nutzlichtsignal und Störlichtsignal stehen diese Speicherwerte für die jeweilige Festlegung des Kompensationsstromes im einzelnen Pixel zur Verfügung.

Weiter vorzugsweise erfolgt die Einspeisung des Kompensationsstromes an der Verbindungsstelle zwischen dem optoelektronischen Wandler und der Meßwerterfassungseinrichtung. Dabei erfolgt die Einstellung des Kompensationsstromes durch den vorhergehenden Kalibriervorgang so, daß er dem reinen Störsignal entspricht und somit nur die Differenz zwischen dem gemessenen gesamten Photostrom und dem Kompensationsstrom, die dem reinen Nutzsignal entspricht, in der Meßwerterfassungseinrichtung erfaßt, abgespeichert und weiter verarbeitet wird.

Zur Einspeisung des Kompensationsstromes wird eine weiter vorzugsweise im einzelnen Pixel integrierte Stromquelle verwendet, deren Stromwert variabel einstellbar ist, und zwar gemäß einer weiter bevorzugten Ausführungsform

dadurch, daß ihr ein weiteres Speichermittel zugeordnet ist, in dem eine jeweils im Kalibriervorgang ermittelte pixelbezogene Stellgröße für den Kompensationsstrom abgespeichert ist, die benötigt wird, um den Kompensationsstrom einzustellen.

Die Erfassung dieses im weiteren Speichermittel abgelegten Wertes für den Kompensationsstrom ergibt sich nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch, daß ein Regelkreis gebildet wird aus der Meßwerterfassungseinrichtung, dem optoelektronischen Wandler und der Kompensationsstromquelle, in dem sich während der Kalibrierphase der Kompensationsstrom einstellt.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen für den erfindungsgemäßen optischen Sensor gehen aus den weiteren Unteransprüchen 6 bis 13 und 21 bis 24 hervor.

Die verfahrensgemäße Variante der Erfindung sieht nach ihrem bevorzugten Ausführungsbeispiel zwei Betriebsphasen für den Sensor vor, nämlich zunächst eine Kalibrierphase und anschließend eine Meßphase. Während der Kalibrierphase, in der die aktive Beleuchtung, also das Nutzsignal, ausgeschaltet ist, wird der Kompensationsstromwert pixelweise selbsttätig generiert und in dem weiteren Speichermittel abgespeichert. Anschließend erfolgt das Umschalten auf die Meßphase, in der die aktive Beleuchtung eingeschaltet ist, und in der lokal am Ort des einzelnen Pixels der gemessene Photostrom um den zuvor festgelegten Kompensationsstrom reduziert wird, so daß zur weiteren Verarbeitung nur der

durch das Nutzlichtsignal bedingte Photostromanteil verbleibt.

Der Umschaltvorgang zwischen Kalibrierphase und Meßphase erfolgt dabei moduliert durch das Nutzsignal, zum Beispiel durch getaktetes Ein- oder Ausschalten des Nutzsignals oder durch Modulation des Nutzsignals in seiner Intensität.

Je nach Intensitätsverhältnis aus Nutz- und Störlichtsignal kann eine unterschiedliche Zeitdauer bzw. ein unterschiedliches zeitliches Verhältnis zwischen Kalibrierphase und Meßphase eingestellt werden. Wenn das Intensitätsverhältnis sehr gering ist, ist eine häufigere Kalibrierung des Sensors erforderlich.

Auch die Zeitdauer der Integration des Photostromanteils I_{diff} während der Meßphase ist von dem jeweiligen Verhältnis aus Nutzlicht und Störlicht abhängig.

Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich für alle Arten von Sensoren, also Flächen-, Zeilen- oder solche Sensoren, die nur aus einem einzelnen Bildpunkt bestehen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Prinzips zur Kompensation des Störlichtanteils;

- Fig. 2 einen schaltungstechnischen Aufbau eines optischen Sensors gemäß der Erfindung, bezogen auf einen einzelnen Bildpunkt;
- Fig. 3 drei Varianten zur Realisierung des Auslesevorganges von Meßwerten, wie sie gemäß der Schaltung nach Fig. 2 ermittelt wurden, wobei
- Fig. 4 ein Zeitschema zur Erläuterung der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Sensors
- Fig. 5 ein weiteres Zeitschema zur Erläuterung der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Sensors
- Fig. 1 zeigt eine Schaltungsskizze zur Erläuterung des dem erfindungsgemäßen optischen Sensor zugrunde liegenden Funktionsprinzips:

Die für einen einzelnen Bildpunkt realisierte Schaltung besteht aus einem Photodetektor 1, einem Speicherkondensator 2 und einer Stromquelle 3. Alle drei Elemente sind über einen gemeinsamen Knotenpunkt miteinander verbunden.

Die einfallende Strahlung, die auf den Photodetektor 1 trifft, wird von diesem in einen Photostrom I_{ph} umgewandelt. Der Photostrom I_{ph} setzt sich zusammen aus den durch das Nutzlicht und den durch das Störlicht bedingten Anteilen. In einer noch näher zu beschreibenden Weise wird in einem der Messung vorhergehenden Kalibriervorgang ein Stromwert I_{comp} für die Stromquelle 3 festgelegt, welcher ausschließlich dem

Störlichtsignalanteil entspricht, der in den einzelnen Bildpunkt fällt. Am Knotenpunkt trifft der Kompensationsstrom I_{comp} auf den Photostrom I_{ph} , derart, daß nur die Differenz beider Ströme in den Speicherkondensator 2 gelangt. Dieser Differenzstrom entspricht somit dem auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Nutzlichtanteil. Die Einspeisung des Differenzstromes erfolgt während der Dauer der Integrationszeit, die durch einen (nicht dargestellten) Schalter bestimmt ist. Die am Speicherkondensator 2 anliegende Spannung U_{int} ist somit ein Maß für die im Speicherkondensator gespeicherte, durch den Differenzstrom I_{diff} bedingte Ladung.

Durch die Einspeisung des Kompensationsstroms I_{comp} in den Knotenpunkt zwischen Photodetektor 1 und Speicherkondensator 2 wird erfindungsgemäß der wesentliche Anteil des Störlichtsignals während der Integration abgezogen. Die Kompensation erfolgt lokal für jeden Bildpunkt. Darüber hinaus erfolgt die Festlegung des Kompensationsstromes in einer selbsttätigen Art und Weise, wie sie weiter unten beschrieben wird. Auf diese Weise ergibt sich ein sog. lokal autokompensierter Sensor (Locally Auto Compensating Sensor **LACS**).

Mit der erfindungsgemäßen Schaltung lassen sich Nutzsignale aus einer Störlichtregelung erfassen, deren Intensität um nahezu den Faktor 1000 größer ist als die Nutzlichtintensität.

Die Integrationszeit im einzelnen Pixel, d.h. die Zeit, während der die Integration des Photostromanteils I_{diff} im

Speicherkondensator 2 erfolgt, muß zwecks Erreichen eines möglichst großen Auflösungsvermögens möglichst groß sein.

Die untere Grenze für die Integrationszeit ist definiert durch die Zeit, die erforderlich ist, um genügend aktive Ladungsträger für das Nutzsignal einzusammeln, und zwar nicht nur, um oberhalb des Photonenrauschens („shot noise“) zu liegen, sondern auch oberhalb des „Lese- und Reset noise“ der Schaltungsanordnung. Durch das Abziehen des großen Wertes I_{comp} von I_{ph} ist der auf dem Kondensator fließende Strom I_{diff} reduziert, so daß längere Integrationszeiten gewählt werden können, ohne daß das Signal U_{int} den Sättigungszustand erreicht.

Ein praktisches Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen optischen Sensor ist in Fig. 2 dargestellt.

Zusätzlich zu den in Fig. 1 gezeigten Komponenten optoelektronischer Wandler 1, Speicherkondensator 2 und Stromquelle 3 ist diese Schaltungsanordnung dahingehend erweitert, daß der Speicherkondensator 2 mit einem Verstärker A_1 zusammenarbeitet und ihm ein erster Schalter S_1 zugeordnet ist. Darüber hinaus ist der Ausgang des ersten Verstärkers A_1 mit einer zweiten Verstärkerstufe A_2 gekoppelt, an die ein weiterer Schalter S_2 angeschlossen ist, welchem ein weiterer Speicherkondensator 4 (C_{CTRL}) nachgeordnet ist. Dieser Schaltungspunkt ist mit dem Eingang der Kompensationsstromquelle 3 verbunden.

Diese Schaltung arbeitet wie folgt:

Zunächst wird in einer ersten Betriebsphase, der sog. Kalibrierungsphase, der Kompensationsstrom I_{comp} festgelegt. Hierzu wird der optische Sensor ausschließlich mit Störlicht beaufschlagt. Zu Beginn dieser Phase sind beide Schalter S_1 („Reset“) und S_2 („Store“) geschlossen. Wenn der Schalter S_1 „Reset“ geöffnet wird, fließt ein Photostrom aus dem optoelektronischen Wandler 1 in den Speicherkondensator C_{Int} , so daß am Kondensator die integrierte Spannung U_{Int} abfällt. Dadurch, daß die beiden Verstärkerstufen A_1 , A_2 bei geschlossenem Schalter S_2 mit der Kompensationsspannungsquelle 3 einen geschlossenen Regelkreis bilden, stellt sich nach einer bestimmten Zeit ein Zustand ein, bei dem der fließende Strom dem Kompensationsstrom I_{comp} entspricht. Die sich bei Einstellen dieses Kompensationsstromes am weiteren Speicherkondensator C_{CTRL} einstellende Spannung U_{CTRL} wird am Ende dieser Kalibrierungsphase abgespeichert, indem der Schalter S_2 geöffnet wird.

Nach Öffnen des Schalters S_2 beginnt die Meßphase, in der sowohl Nutzlicht als auch Störlicht vom optoelektronischen Wandler 1 erfaßt werden. Die Stromquelle 3 speist dann den aus der Spannung U_{CTRL} am weiteren Speicherkondensator C_{CTRL} entnommenen Kompensationsstromwert in den Knotenpunkt ein, so daß hierdurch der Differenzstrom I_{diff} während einer durch die Öffnung des Schalters S_1 vorgegebene Integrationsdauer in den Speicherkondensator C_{Int} fließt. Eine Verbesserung der Empfindlichkeit der vorgenannten Schaltung läßt sich dadurch erreichen, daß die beschriebene zweistufige Operationsweise in bestimmten Abständen wiederholt wird, wobei der Übergang zwischen Kalibrier- und Meßphase

korreliert mit dem Nutzlicht, z.B. durch entsprechende Pulsierung, erfolgt („synchronisierte Belichtung“).

Eine weitere Verbesserung der Empfindlichkeit wird dadurch erreicht, daß zwei alternative Speicherkondensatoren C_{int} verwendet werden, in die der Photostromanteil I_{diff} in alternierender Reihenfolge fließt.

Fig. 3 zeigt drei Skizzen für die Architektur der Auslesesteuerung des von der Speicherkapazität C_{int} abgespeicherten Wertes. Dabei bezieht sich die erste Variante Fig. 3 (1) auf das direkte Auslesen des Pixel-Speicherwertes ohne das Vorsehen eines weiteren Zwischenspeichers. Bei der Betätigung des READ-Schalters wird der in der Meßwerterfassungseinrichtung 2 abgespeicherte Wert über eine Ausleseschaltung 5 ausgelesen und an die Auslesesteuereinrichtung zur weiteren Verarbeitung weitergegeben.

Diese Variante benötigt die geringste Fläche auf dem Sensor. Diese Variante ist gedacht für die kontinuierliche Betriebsweise, bei der die Integration jeweils läuft, solange bis das Auslesen des Integrationswertes erfolgt ist. Zur Verbesserung des Rauschabstandes kann es von Vorteil sein, wenn die erste Verstärkerstufe A_1 (Fig. 2) beim Auslesen zurückgesetzt wird und der Wert im Reset-Zustand (Reset Value) ebenfalls ausgelesen wird. Die Beaufschlagung des Sensors mit synchronisierter Beleuchtung ist dabei nur möglich, wenn die Integrationszeit der Auslesezeit plus einer zusätzlichen Zeit für das gemeinsame Belichten



entspricht. Es können zwar kürzere Integrationszeiten erreicht werden, jedoch ohne synchronisierte Belichtung. Bevorzugterweise sollte jeweils ein Bild mit synchronisierter Belichtung aufgenommen werden und eines ohne um Reststörungen heraussubtrahieren zu können. Die Zeit, die benötigt wird, um die beiden Bilder zu erfassen, beträgt $2 \times (T_{\text{Auslese}} + T_{\text{Sync}}) + T_{\text{Komp}}$, die Integrationszeit für jedes Bild ist dabei auf den Wert festgelegt: $T_{\text{Auslese}} + T_{\text{Sync}}$. Da die Dauer der aktiven Beleuchtung daher nur ein Bruchteil der gesamten Integrationszeit sein kann, ist bei dieser Variante die Unterdrückung des Störlichtbildes vergleichsweise schlecht.

Die in Fig. 3(2) dargestellte Variante beinhaltet einen „Sample & Hold“-Schaltkreis 6, um das vorherige Integrationsergebnis für den Auslesevorgang festzuhalten, während der nächste Speicherwert bereits integriert wird. Hierbei ist eine synchronisierte Belichtung beliebiger Länge möglich.

Gemäß Variante 3 (Fig. 3(3)) können auch zwei zueinander parallel geschaltete Sample & Hold-Schaltkreise 6_1 , 6_2 vorgesehen sein, wodurch sich eine noch flexiblere Handhabung des Auslesevorganges ergibt.

Die zeitlichen Gegebenheiten während der Auslesevorgänge nach den Varianten Fig. 3(2) bzw. Fig. 3(3) sind in den Fig. 4 und 5 näher erläutert.

Fig. 4 zeigt ein Zeitschema für die Variante nach Fig. 3(2), d.h. die Gestaltung mit einem einzigen Sample & Hold Schaltkreis. Dabei bezieht sich Fig. 4(A) auf den

sog. „Standard Rolling Shutter Mode“ ohne synchronisierte Beleuchtung.

Die mittlere Darstellung, Fig. 4(B), zeigt einen Betrieb gemäß „Rolling Shutter Mode“ mit einer zusätzlich vorgesehenen Zeit T_{sync} , um eine synchronisierte Belichtung zu erreichen. Beide Bilder, mit und ohne aktive Beleuchtung, sind innerhalb des Pixels vorhanden, eines auf der Sample-Kapazität und das andere in der ersten Verstärkergruppe. Die gesamte Bildperiode beträgt $T_{\text{FRAME}} = T_{\text{Auslese}} + T_{\text{Komp}} + T_{\text{sync}}$. Die Bildperiode verlängert sich durch die Zeit für die synchronisierte Belichtung. Pixel einiger Reihen integrieren zunächst die restliche Störlichtbeleuchtung, während diejenigen der anderen Reihen zunächst unter der aktiven Beleuchtung integrieren. Diese Vorgehensweise kann allerdings zu nachteiligen Sekundäreffekten führen. Der Vorteil dieser Variante liegt allerdings darin, daß sowohl die Kalibrierungs- als auch die Meßphasen innerhalb einer Bildperiode erfolgen, die noch hinreichend kurz gehalten sein kann.

Gemäß Darstellung in Variante Fig. 4(C) sind Auslesevorgang und Integration (Messung) vollständig voneinander entkoppelt. Die Kalibrierung und die Integration sind zwischen allen Pixeln vollständig synchronisiert, wobei die Ergebnisse der vorherigen Integrationsphase zeilenweise ausgelesen werden. T_{sync} und T_{Int} können nun genauso lang gemacht wie die Auslesezeit. Hierdurch ergibt sich eine maximale Empfindlichkeit sowie eine optimale Störlichtunterdrückung. Der Nachteil bei dieser Variante ist allerdings, daß die Zeit zwischen der Kalibrierung und dem Ende der Integration, die mit der

Kalibrierung korrelieren soll, $2 \times T_{\text{Read}}$ ist. Desweiteren ist der Schaltungsaufwand pro Pixel größer. Die verbesserte Empfindlichkeit wurde bereits oben erwähnt. Die beiden Bilder werden hierbei eines nach dem anderen ausgelesen, so daß das erste in einem zusätzlichen Speicher zwischengespeichert werden muß während des Auslesens des zweiten Bildes.

Die in Fig. 3(3) dargestellte Variante mit zwei Sample & Hold-Schaltkreisen erlaubt die flexibelste Zeitgestaltung der hier diskutierten Varianten. Fig. 5 zeigt das zugehörige Zeitrahmenschema. Integrations- und Auslesephase erscheinen vollkommen getrennt, so daß das Auslesen den Kalibrierungsprozeß nicht behindert. Die Zeitrahmen addieren sich allerdings zu $T_{\text{Read}} + T_{\text{Int}} + T_{\text{Komp}}$. Für höhere Beleuchtungsniveaus kann die Integrationsphase kurz gewählt sein, wodurch die Korrelierung der Kompensation mit der Störlichtbeleuchtung verbessert wird und ebenso hierdurch die Unterdrückung des Störlichtes. Der Aufwand pro Pixel ist hier am größten.

Patentansprüche

1. Optischer Sensor zur Erfassung eines Nutzlichtsignals in einer Störlichtumgebung, wobei der Sensor eine Anzahl von Bildpunkteinheiten (Pixel), die jeweils einen optoelektronischen Wandler (1) zum Umwandeln des einfallenden Lichtes in einen Photostrom (I_{ph}) und eine Meßwerterfassungseinrichtung (2) zur Gewinnung und Speicherung eines dem erfaßten Photostrom entsprechenden Meßwertes umfassen, und eine Auslesesteuereinrichtung für das Auslesen der abgespeicherten Meßwerte aufweist, um aus einzelnen bildpunktbezogenen Meßwerten das Gesamtbild zusammenzusetzen,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zur Erfassung des vom Störlichtanteil im wesentlichen befreiten Nutzlichtsignals für jeden einzelnen Bildpunkt dem gemessenen Photostrom (I_{ph}) jeweils ein Kompensationsstrom (I_{comp}) überlagert wird, dessen Größe so, insbesondere aufgrund eines der Messung vorausgehenden Kalibriervorganges, festgelegt ist, daß er demjenigen Photostromwert entspricht, welcher sich alleine aufgrund des auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Störlichtes ergibt, so daß nur der dem auf den jeweiligen Bildpunkt einfallenden Nutzlichtsignal entsprechende Photostromanteil (I_{diff}) als weiter zu verarbeitender Meßwert abgespeichert wird.

2. Optischer Sensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die
Einspeisung des Kompensationsstromes an der
Verbindungsstelle zwischen dem optoelektronischen Wandler
(1) und der Meßwerterfassungseinrichtung (2) erfolgt.

3. Optischer Sensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der
Kompensationsstrom (I_{comp}) aus einer dem einzelnen Pixel
zugeordneten Stromquelle (3) einspeisbar ist.

4. Optischer Sensor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der
Stromquelle ein weiteres Speichermittel (4), insbesondere
ein Kondensator (C_{ctrl}), zugeordnet ist, in dem der Wert
des Kompensationsstromes (I_{comp}) abspeicherbar ist.

5. Optischer Sensor nach einem der Ansprüche 3
oder 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die
Stromquelle (3) und die Meßwerterfassungseinrichtung (2)
Teil eines geschlossenen Regelkreises sind.

6. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß für
jeden Bildpunkt eine Mehrzahl von parallel zueinander
angeordneten Meßwerterfassungseinrichtungen (2)
vorgesehen ist.

7. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerterfassungseinrichtung (2) aus einer, insbesondere kapazitiv, rückgekoppelten Verstärkerschaltung (A_1) besteht, mit welcher der dem einfallenden Nutzlicht entsprechende Photostromanteil (I_{diff}) während einer vorgebbaren Zeitdauer in einem Integrationskondensator C_{int} aufintegrierbar ist, dessen Klemmenspannung U_{int} den abspeicherbaren weiter zu verarbeitenden Meßwert darstellt.

8. Optischer Sensor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß dem Integrationskondensator (C_{int}) ein erster Schalter (S_1) (Reset) zugeordnet ist.

9. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß im Regelkreis aus Stromquelle (3) und Meßwerterfassungseinrichtung (2) ein, insbesondere über eine zweite Verstärkerschaltung (A_2) angesteuerter, zweiter Schalter (S_2 , (Store) vorgesehen ist, in dessen geschlossener Schalterstellung ein erster Betriebszustand des Sensors, („Kalibrieren“) und in dessen offener Schalterstellung ein zweiter Betriebszustand („Messen“) einstellbar ist.

10. Optischer Sensor nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerterfassungseinrichtung (2), der zweite Schalter (S_2)

und das weitere Speichermittel (4) für den Kompensationsstrom in Reihenschaltung zueinander angeordnet sind.

11. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslesesteuervorrichtung jedem Bildpunkt zugeordnet steuerbare Auslesemittel (5) aufweist.

12. Optischer Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem steuerbaren Auslesemittel (5) eine Sample & Hold-Einheit (6_1 , 6_2) zugeordnet ist zur temporären Abspeicherung des zuletzt gewonnenen Meßwertes.

13. Optischer Sensor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Bildpunkteinheit mehrere zueinander parallel angeordnete Sample & Hold-Einheiten (6_1 , 6_2) zugeordnet sind.

14. Verfahren zur Erfassung eines Nutzlichtsignals in einer Störlichtumgebung mittels eines eine Vielzahl von Bildpunkten (Pixel) aufweisenden optischen Sensors, wobei in jedem einzelnen Bildpunkt des Sensors die auf diesen einfallende Lichtintensität in einen elektrischen Photostrom (I_{ph}) gewandelt wird, dieser Photostrom (I_{ph}) während einer vorbestimmten Zeitdauer zu einem Meßwert aufintegriert wird und als Meßwert abgespeichert wird, und wobei die bildpunktweise abgespeicherten Meßwerte ausgelesen und zum gesamten Bild zusammengefügt werden, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Bildpunkt der Photostrom (I_{ph}) durch einen Kompensationsstrom (I_{comp}) korrigiert wird, dessen Größe so

bemessen ist, daß er dem ausschließlich durch das Störlicht verursachten Anteil des Photostromes entspricht, so daß nur der von dem vom Störlicht befreiten Anteil des Bildes hervorgerufene Photostromanteil (I_{diff}) als Meßwert abgespeichert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des Photostromes bildpunktbezogen durch einen der Messung vorausgehenden Kalibriervorgang bestimmt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Integration des Photostromanteils (I_{diff}) je Bildpunkt in mindestens zwei separate Speichermittel erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst während einer Kalibrierungsphase bei ausgeschaltetem Nutzlichtsignal jeweils bildpunktbezogen die Bemessung der Größe des Kompensationsstromes mittels eines geschlossenen Regelkreises erfolgt und der dabei gewonnene Wert abgespeichert wird, und daß während der anschließenden Meßphase die Erfassung des Meßwertes für den dem Nutzlichtanteil entsprechenden Photostromanteil (I_{diff}) unter Berücksichtigung des zuvor festgelegten Wertes für den Kompensationsstrom (I_{comp}) erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung des Sensors mit dem Nutzlichtsignal pulsweise erfolgt.

19. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, daß das
Umschalten zwischen Kalibrierungsphase und Meßphase
korreliert mit dem Nutzlicht erfolgt.

20. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, daß das
Umschalten von der Kalibrierungsphase auf die Meßphase
nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer erfolgt.

21. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der
optische Sensor ein Zeilensensor ist.

22. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der
optische Sensor ein Flächensensor ist.

23. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der
optische Sensor ein aus nur einem einzelnen
Bildpunktelement bestehender Sensor ist.

24. Verwendung eines Sensors nach einem der
vorhergehenden Ansprüche als Detektor für die Ansteuerung
eines Airbag in einem Kraftfahrzeug.

1/4

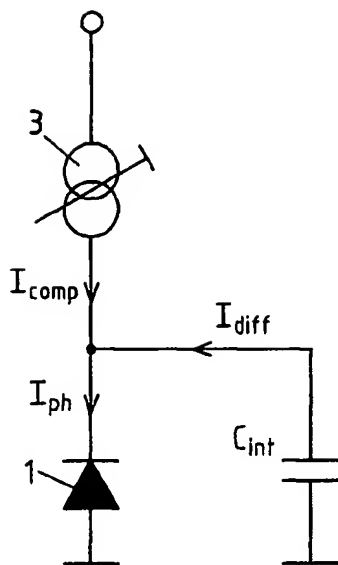


Fig.1

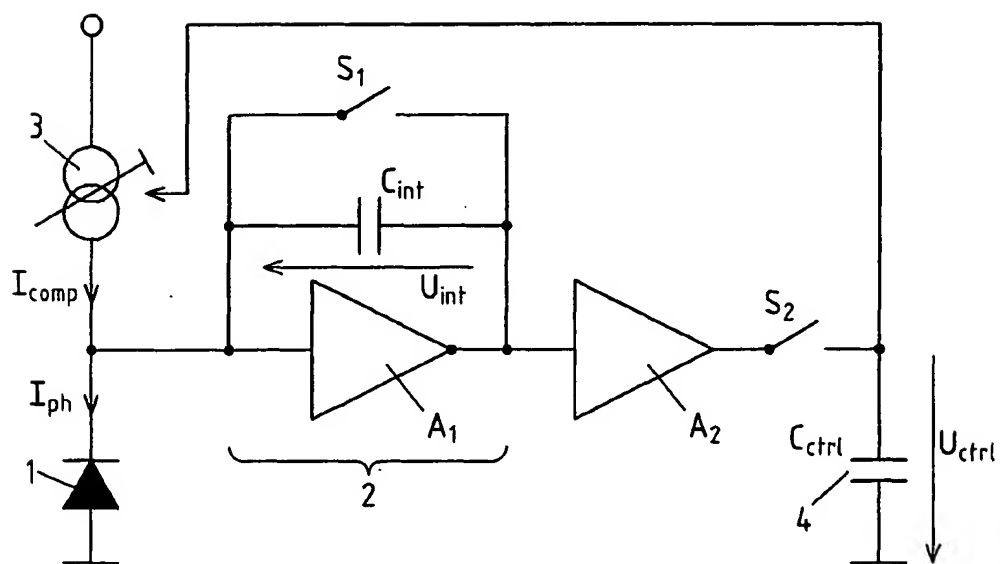
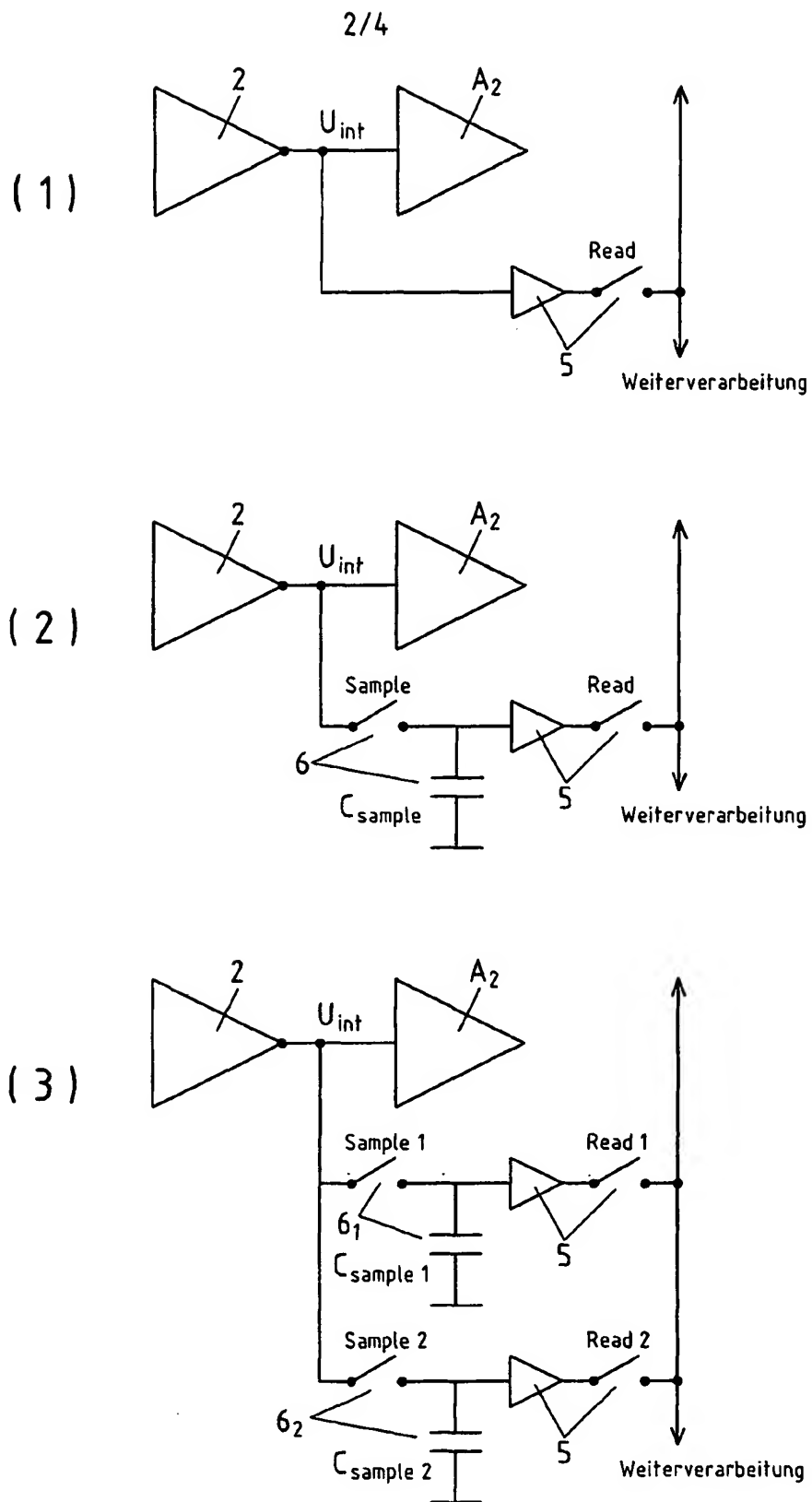


Fig.2



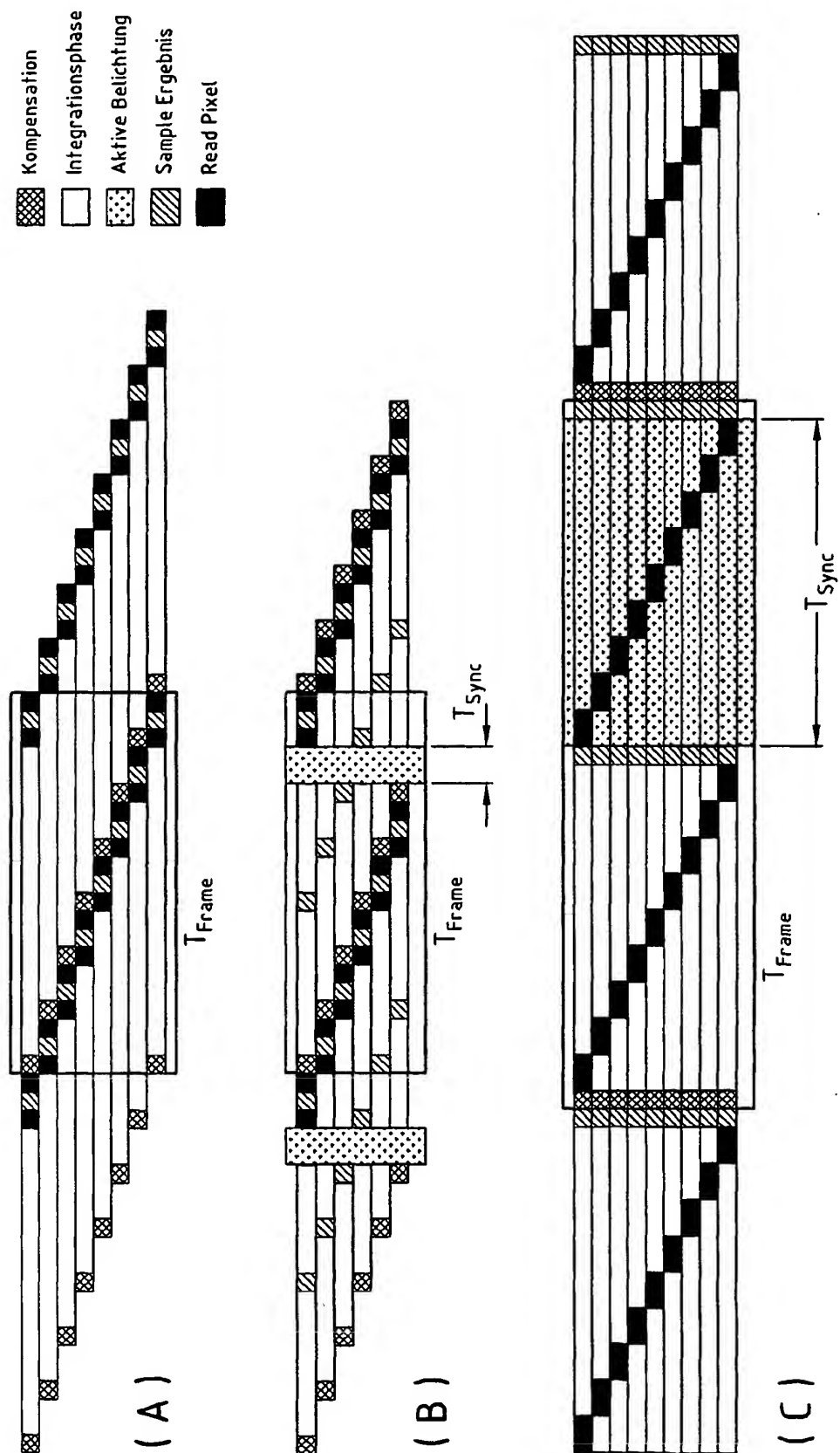


Fig.4

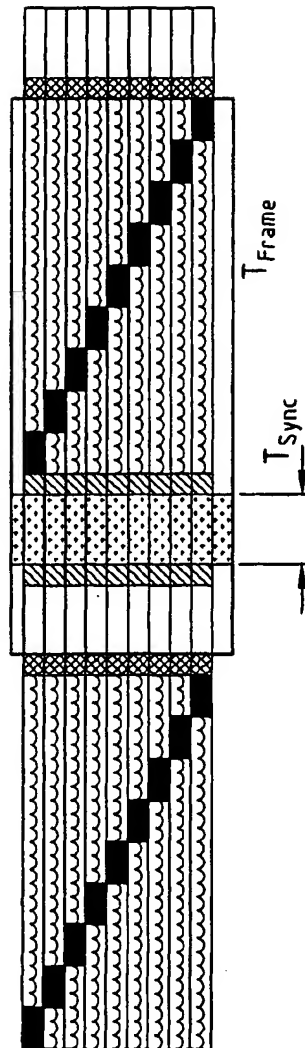
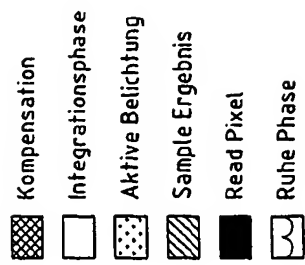


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/11279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04N3/15

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LULE T ET AL: "DESIGN AND FABRICATION OF A HIGH-DYNAMIC-RANGE IMAGE SENSOR IN TFA TECHNOLOGY" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 34, no. 5, May 1999 (1999-05), pages 704-711, XP000908584 ISSN: 0018-9200 chapt. A thin-film b/w detectors chapt. IV Locally Autoadaptive Sensor	1-24
A	EP 0 521 255 A (LICENTIA GMBH) 7 January 1993 (1993-01-07) column 2, line 9 -column 3, line 58; figure 1 --- -/--	1-24



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *C* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 2002

Date of mailing of the international search report

01/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

De Paepe, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/11279

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 99 60777 A (CONEXANT SYSTEMS INC) 25 November 1999 (1999-11-25) page 13, line 4 - line 19; figure 7 -----</p>	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/11279

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0521255	A	07-01-1993	DE	4114272 A1	05-11-1992
			EP	0521255 A2	07-01-1993
WO 9960777	A	25-11-1999	EP	1078509 A1	28-02-2001
			WO	9960777 A1	25-11-1999

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/11279

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04N3/15

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	LULE T ET AL: "DESIGN AND FABRICATION OF A HIGH-DYNAMIC-RANGE IMAGE SENSOR IN TFA TECHNOLOGY" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 34, Nr. 5, Mai 1999 (1999-05), Seiten 704-711, XP000908584 ISSN: 0018-9200 chapt. A thin-film b/w detectors chapt. IV Locally Autoadaptive Sensor	1-24
A	EP 0 521 255 A (LICENTIA GMBH) 7. Januar 1993 (1993-01-07) Spalte 2, Zeile 9 -Spalte 3, Zeile 58; Abbildung 1 --- -/-	1-24

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Februar 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/03/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

De Paepe, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/11279

C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>WO 99 60777 A (CONEXANT SYSTEMS INC) 25. November 1999 (1999-11-25) Seite 13, Zeile 4 - Zeile 19; Abbildung 7 -----</p>	1-24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern is Aktenzeichen

PCT/EP 01/11279

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0521255	A	07-01-1993	DE	4114272 A1	05-11-1992
			EP	0521255 A2	07-01-1993
WO 9960777	A	25-11-1999	EP	1078509 A1	28-02-2001
			WO	9960777 A1	25-11-1999